文档版本	修订日期	内容描述
1.0	2026-5-26	初版
1.1	2026-9-21	更新PDIP14的封装形式
1.2	2026-9-29	更新订购信息

2026-11-27 23:49 216.73.216.43

CYDM536A

真均方根直流转换器 IC

1. 特性

- 高精度：最大误差仅±0.2%
- 宽响应范围
  交流信号和直流信号的均方根值计算
  450kHz带宽：Vrms > 100mV
  2 MHz带宽：Vrms > 1V
  信号波峰因子为7时误差仅1.3%
- 真均方根直流转换
- 60dB范围的dB输出
- 低功耗：静态电流为2.3mA
- 单电源或双电源供电
- PDIP和SOP14封装

2. 应用

- 远程控制器
- 电池供电仪

3. 概述

CYDM536A 是一款实现真均方根值计算的芯片。该芯片能够精确计算包含交流和直流分量的任何复杂输入波形的真均方根值。为确保高精度测量，CYDM536A 即使在波峰因子高达 7 的情况下，仍能保证测量误差不超过 1.3%。CYDM536A 的宽带宽特性支持高达 300kHz 的测量范围，且在输入电平信号大于 100mV 时，误差小于 3dB。

CYDM536A 是一款实现真均方根值计算的芯片。该芯片能够精确计算包含交流和直流分量的任何复杂输入波形的真均方根值。为确保高精度测量，CYDM536A 即使在波峰因子高达 7 的情况下，仍能保证测量误差不超过 1.3%。CYDM536A 的宽带宽特性支持高达 300kHz 的测量范围，且在输入电平信号大于 100mV 时，误差小于 3dB。

CYDM536A 的输入和输出管脚均具备完善的保护功能。输入电路能够承受远高于电源电平的过载电压。输出端还配备了短路保护功能。

为了确保最佳性能，CYDM536A 输出需外接一个负载电容，该电容的值决定了低频交流精度、纹波幅度和建立时间。CYDM536A 在单电源或双电源供电下均表现出色，其工作电压范围为 5V~36V，静态电源电流仅为 2.7mA，非常适合远程控制器和电池供电仪表应用。

CYDM536A 采用 PDIP14 型和 SOP14 型封装。

4. 订购信息

表 1

物料编号	工作温度范围	等级类型	封装
CYDM536AK14I	-40℃- 85℃	工业级	PDIP14
CYDM536AK14J	-55℃- 125℃	军温级	PDIP14
CYDM536AS14I	-40℃- 85℃	工业级	SOP14
CYDM536AS14J	-55℃- 125℃	军温级	SOP14

5. 架构框图

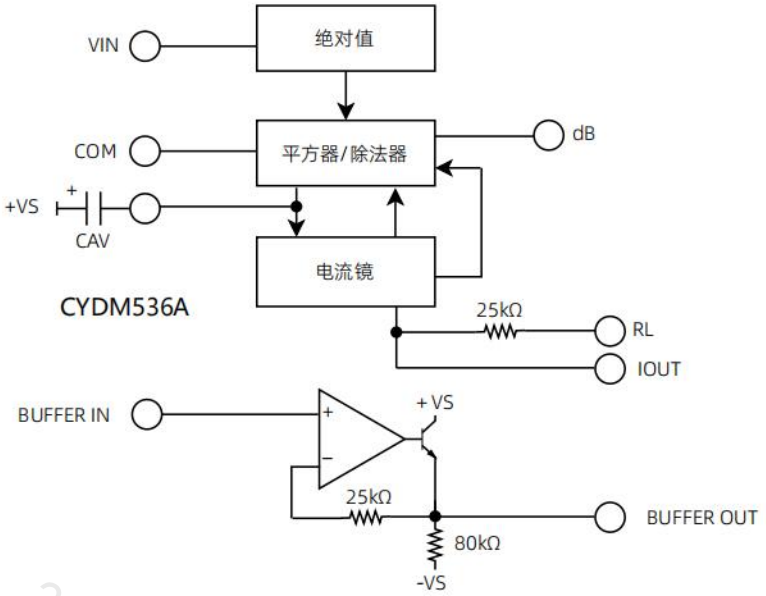


图 1 架构框图

6. 管脚配置和功能

6.1. 管脚配置

以下为 CYDM536A PDIP14 和 SOP14 封装管脚示意图：

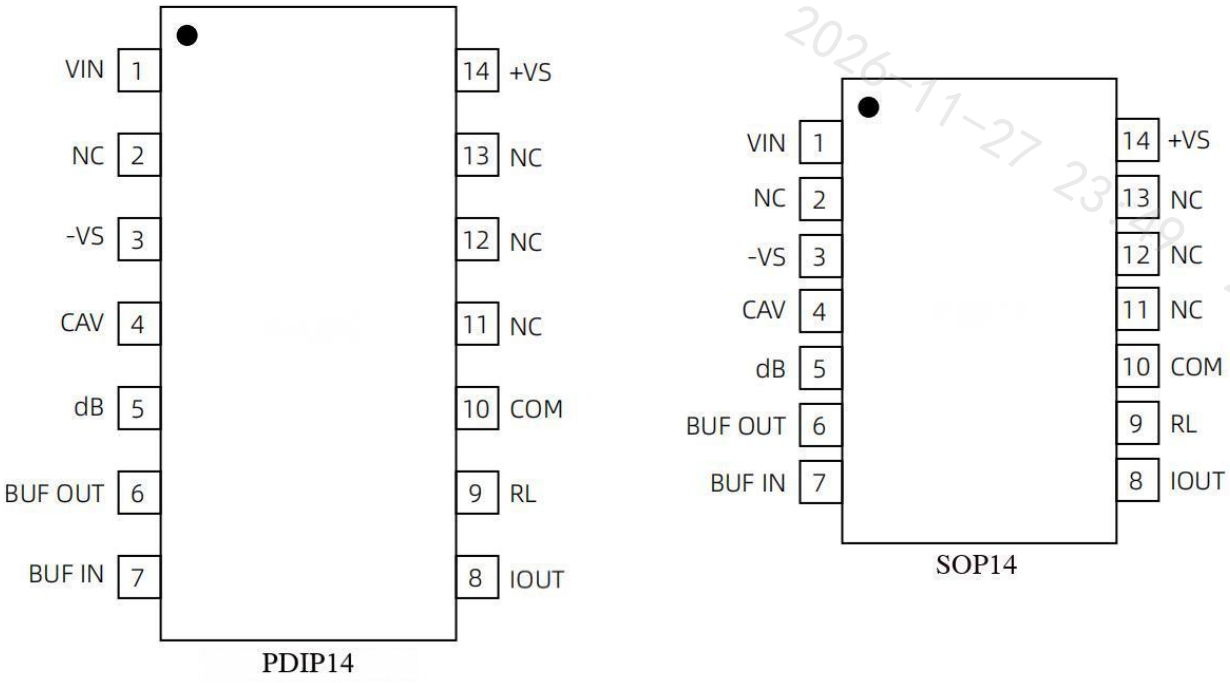


图 2 管脚配置

6.2. 管脚功能

表 2

编号	名称	类型	说明
1	V_{IN}	A_I	输入电压。
2, 11, 12, 13	NC	-	浮空,无连接。
3	$-V_S$	PWR	负电源电压。
4	CAV	AO	均值电容。
5	dB	AO	均方根对数值输出电压。
6	BUF OUT	AO	缓冲输出。
7	BUF IN	A_I	缓冲输入。
8	I_{OUT}	AO	均方根输出电流。
9	R_L	AO	负载电阻。
10	COM	A_I	参考共模。
14	$+V_S$	PWR	正电源电压。

7. 绝对最大额定值

表 3

参数	等级
温度	
工作温度	-55°C~125°C
存储温度	-55°C~150°C
结温	150°C
耐压	
单电源电压	36V
双电源电压	±18V
最大输入电压	±25V
缓存最大输入电压	$\pm V_S$

8. 电气规格

默认测试条件：VS = ±15V、TA = 25°C。

表 4

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
转换精度					
总误差			±5±0.2		mV±%of rdg[1]
总误差 vs 温度	T_A=-55°C~70°C		±0.01±0.004		mV±%of rdg/°C
	T_A=70°C~125°C		±0.01±0.001		mV±%of rdg/°C
总误差 vs 电源			±0.03±0.004		mV±%of rdg/V
直流翻转误差			±0.2		mV±%of rdg
误差 vs 波峰因子[2]					
波峰因子=1~2 误差			指定精度		
波峰因子=3 误差			-0.1		%of rdg
波峰因子=7 误差			-1.3		%of rdg
频率响应[3]					
1%额外误差带宽	V_{IN}=10mV		3		kHz
	V_{IN}=100mV		12		kHz
	V_{IN}=1V		200		kHz
±3dB 误差带宽	V_{IN}=10mV		60		kHz
	V_{IN}=100mV		400		kHz

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
	V_{IN}=1V		2.3		MHz
平均时间常数			25		ms/μF
输入特征					
信号范围	V_S=±15V,连续均方根值		0~7		Vrms
	V_S=±15V,峰值瞬态输入		±23		Vpeak
	V_S=±5V,连续均方根值		0~2		Vrms
	V_S=±5V,峰值瞬态输入		±7		Vpeak
最大连续无损输入电平	所有电源电压		±25		Vpeak
输入阻抗			16.5		kΩ
输入失调电压			5		mV
输出特征					
输出失调电压	V_{IN}=COM		5		mV
输出失调电压 vs 温度	V_{IN}=COM		±0.01		mV/°C
输出失调电压 vs 电源	V_{IN}=COM		±0.03		mV/V
输出电压摆幅	±15V 电源		+13.5		V
	±5V 电源		3.5		V
dB 输出(0dB=1Vrms)					
dB 输出误差	7mVrms<V_{IN}<7Vrms	-0.75	±0.45	-0.16	dB
dB 输出比例因子			-2.9		mV/dB
dB 输出比例因子温度系数			-0.033		dB/°C
	未补偿		0.33		%of rdg/°C
dB 输出参考电流	0dB=1Vrms		1		μA
dB 输出参考电流范围		1		100	μA
IOUT 管脚					
IOUT 比例因子			40		μA/Vrms
IOUT 比例因子公差			±10	±20	%
输出阻抗			25		kΩ
顺从电压			-V_S~(+V_S-2)		V
缓冲放大器					
输入和输出电压范围			(-V_S+0.15)~(+V_S-1.5V)		V
输入失调电压	R_S=25 kΩ		±0.5		mV
输入偏置电流			1		nA
输入阻抗			10^{10}		Ω
输出电流			5		mA
短路电流			48.5		mA
输出阻抗			0.5		Ω
小信号带宽			3		MHz
压摆率 4			2.7		V/μs
电源					
额定电压			±15		V
	双电源	±3		±18	V
	单电源	5		36	V
静态电流	V_S=5V~36V,T_A=-55°C~125°C		2.3		mA

注 1：rdg 表示读数。

注 2：误差与波峰因子测试基于 1Vrms 矩形脉冲输入（脉冲宽度 = 200μs）

注 3：输入电压以 Vrms 表示，误差以读数的百分比表示。

注 4：带 2kΩ外部下拉电阻。

9. 工作原理

CYDM536A 采用了一种隐式的均方根计算方法，有效克服了传统的直接计算均方根时存在的动态范围限制及其他固有局限性。其计算过程基于以下数学公式：

$$\mathrm{Vrms} = \mathrm{Avg}[\frac{{V_{IN}}^2}{\mathrm{Vrms}}]$$

图 3 展示了 CYDM536A 的简化功能框图。该芯片可划分为四个核心模块：绝对值电路（有源整流器）、平方器/除法器、电流镜以及缓冲放大器。无论输入电压 VIN 是交流还是直流信号，均会通过有源整流器(A1，A2)转换为单极性电流(I1)。I1 随后驱动平方器/除法器的输入，其传递函数如下：

$$\mathrm{I2} = \frac{\mathrm{I1}^2}{\mathrm{I3}}$$

平方器/除法器的输出电流 I2，通过由 R1 和外接电容 CAV 构成的低通滤波器后驱动电流镜。当 R1 和 CAV 的时间常数远大于输入信号的最长周期时，I2 将被有效地平均。电流镜随后返回一个电流 I3，其值等于 I2 的平均值 Avg[I2]，并将该电流反馈至平方器/除法器，从而完成隐式的均方根计算。

$$I2 = Avg[I1^2/I2] = I1_{rms}$$

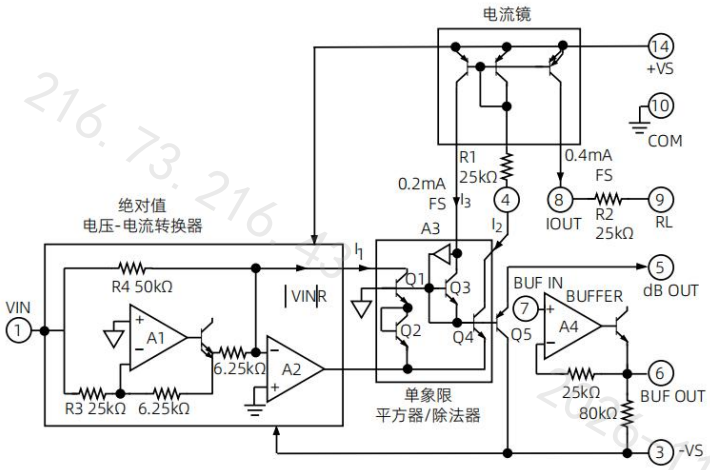


图3 简易框图

电流镜同时还产生一个典型值为 2×I2 的输出电流 IOUT。IOUT 可直接用于后续电路，也可通过外接电阻 R2 转换为电压信号，并由运算放大器 A4 缓冲以提供低阻抗的电压输出。CYDM536A 的传递函数可表示为：

$$\mathrm{VOUT} = 2\mathrm{R2} \times \mathrm{I}_{rms} = \mathrm{VIN}_{rms}$$

dB 输出信号从晶体管 Q3 的发射极提取，因为该点的电压与输入信号 VIN 的对数–log(VIN)成正比。发射极跟随器 Q5 对该电压进行缓冲和电平移位，确保当外部提供给 Q5 的发射极电流 I REF 近似等于反馈电流 I3 时，dB 输出电压为零。

9.1. dB 连接

CYDM536A 的对数（或分贝 dB）输出是其最强大的功能之一，其内部电路能够在 60dB 的动态范围内实现高精度运行。图 2 展示了 dB 测量的典型连接方式。

通过调整 R1 获得使 dB 管脚输出 0V 对应的参考电流I_{REF}，该电流用于抵消平方器/除法器在所需 0dB 点的输出电流。外部运算放大器不仅提供了更便捷的刻度调整功能，还能够补偿 dB 输出管脚固有的 0.33%/°C 比例因子温漂。

dB 校准步骤如下:

1. 设置 V_{IN} = 1V 直流或 1Vrms。
2. 调整 R1，使 dB 输出 = 0V。
3. 设置 V_{IN} = 0.1V 直流或 0.1Vrms。
4. 调整 R5，使 dB 输出 = -2V。

通过设置 V_{IN} 并相应调整 R1，用户可根据需要灵活选择任意 0dB 参考电平。值得注意的是，调整电阻 R5 以获得适当的增益时，系统会自动提供正确的温度补偿，从而确保 dB 输出在整个工作温度范围内的精度和稳定性。

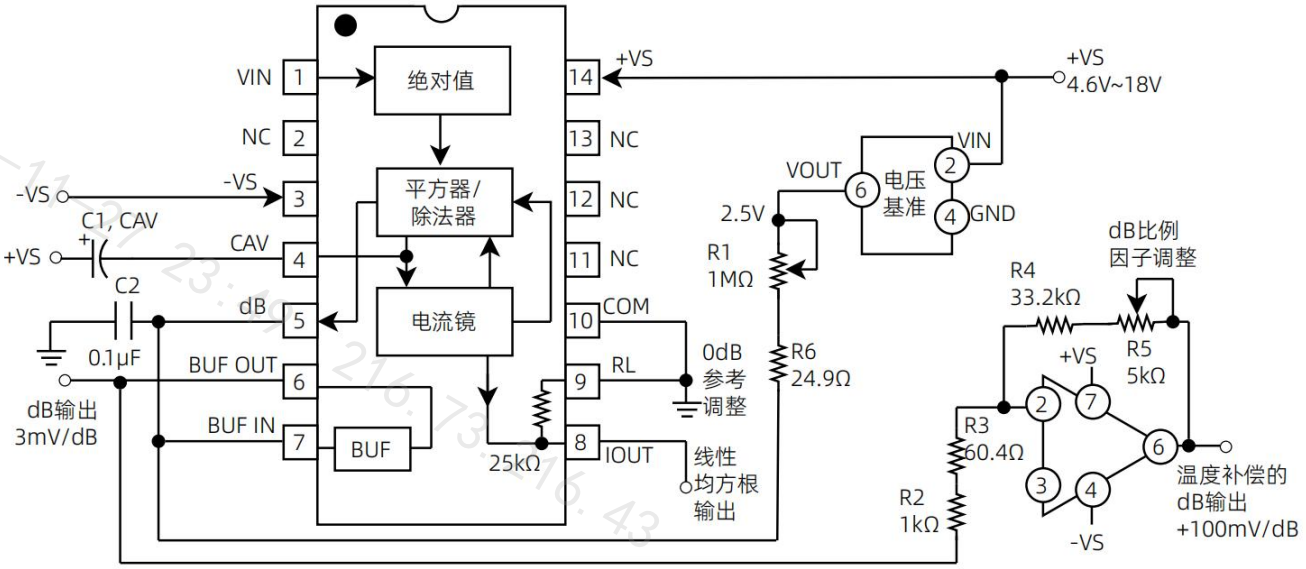


图 4 dB 连接

9.2. 频率响应

CYDM536A 采用对数电路实现隐式均方根计算。与所有对数电路类似，其带宽与信号电平成正比。图 5 中的实线展示了 CYDM536A 在输入电平为 10mVrms 至 7Vrms 范围内的频率响应。虚线则标示了在不同附加误差（1%、10%和±3dB）下的上限频率。例如，对于 1Vrms 的输入信号，在频率高达 120kHz 时，附加误差小于读数的 1%；而对于 10mVrms 的输入信号，在频率高达 5kHz 时，附加误差为读数的 1%（即 100μV）。

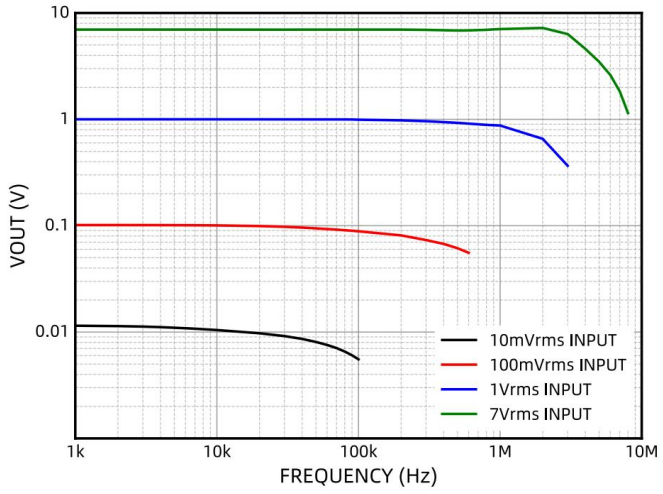


图 5 高频率响应

9.3. 交流测量精度与波峰因子

波峰因子是指信号的峰值幅度V_p与均方根值的比值，即 $CF = V_p/V_{rms}$。在评估交流测量精度时，波峰因子波峰因子是一个常被忽视但至关重要的参数。大多数常见波形（如正弦波和三角波）的波峰因子相对较低（通常小于 2）。然而，某些波形（如低占空比的脉冲列，常见于开关电源和可控硅电路中）具有较高的波峰因子。例如，一个占空比为 1%的矩形脉冲列，其波峰因子为 10（即 $CF = 1\sqrt{n}$，其中 n 为占空比）。

图 6 展示了 CYDM536A 在 1Vrms 输入信号下，波峰因子从 1 到 11 时的读数误差曲线。该测试使用了矩形脉冲列（脉冲宽度为 100μs），因为该波形在均方根值测量中具有最严苛的特性（所有能量均集中在峰值处）。通过调整占空比和峰值幅度，生成波峰因子从 1 到 11 的测试信号，同时保持输入信号的均方根值为 1Vrms。

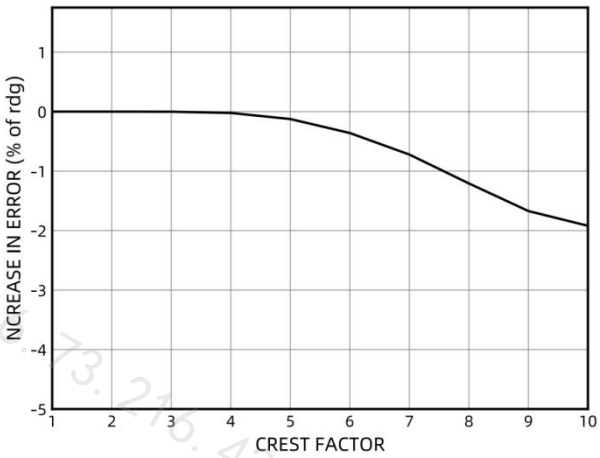


图 6 误差 vs 波峰因子

10. 应用

CYDM536A 在高精度均方根值测量中的应用非常简便，仅需一个外部电容 CAV 来设置平均时间常数。其标准连接方式如图 7 所示。在该配置下，CYDM536A 能够精确测量输入端交流和直流分量的均方根值。然而，对于低频输入信号，滤波电容 CAV 会引入额外的平均误差。例如，当使用 4μF 电容时，在 10Hz 输入频率下，额外的平均误差为 0.1%；而在 3Hz 输入频率下，额外的平均误差为 1%。在更高频率下，精度完全符合规格要求。

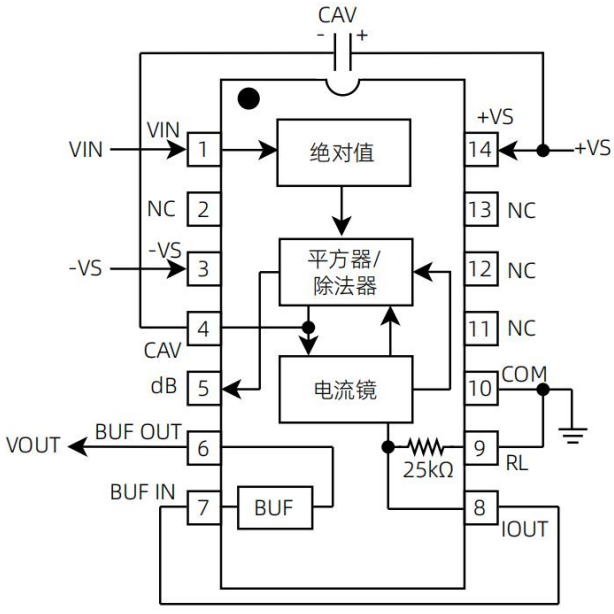


图 7 标准 RMS 连接

若需去除直流输入分量，可以在输入端串联一个非极性电容，如图 11 所示。如果 CYDM536A 的电源轨中存在显著的高频纹波，建议在电源管脚与地之间就近放置 0.1μF 陶瓷电容，以有效抑制电源噪声。

CYDM536A 的输入和输出信号的范围取决于电源电压，具体范围如图 8 和图 9 所示。CYDM536A 支持多种工作模式，以满足不同应用需求：

1.无缓冲电压输出模式：通过断开缓冲器的输入，CYDM536A 可以直接在 25kΩ电阻两端输出无缓冲的电压信号。此时，缓冲放大器可用于其他用途，从而提升系统的灵活性。

2.电流输出模式工作：通过将 25kΩ电阻从地断开，CYDM536A 可以工作在电流输出模式。输出电流从管脚 8(IOUT)获取其标称比例为每 Vrms 输入对应 40μA 的正输出电流。

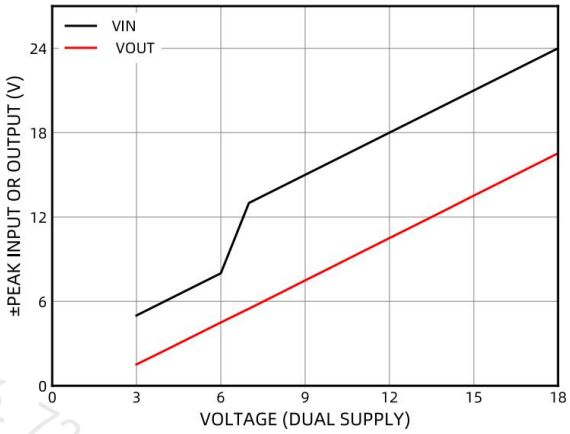


图 8 峰值瞬态输入或输出随电压的变化（双电源）

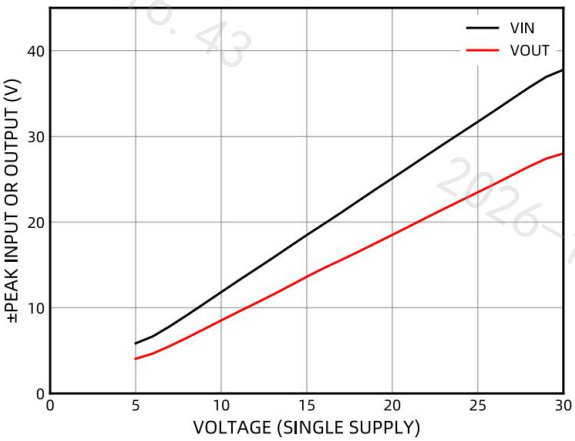


图 9 峰值瞬态输入或输出随电压的变化（单电源）

10.1. 可选外部修调

CYDM536A 的精度和失调电压可通过外部修调电路进行优化设置，如图 10 所示。修调电路中的 R4 用于调整失调电压。需要注意的是，失调调整电路会将一个 365Ω电阻与内部 25kΩ电阻串联，这会导致 1.5%的增益误差。这一误差可以通过调整电阻 R1 进行补偿，增益误差的调整范围为±1.5%。

修调步骤如下：

1.失调电压调整：

将输入信号 VIN 接地，并调整 R4 使得管脚 6 的输出电压为 0V。或者，在最低预期的 VIN 值下调整 R4，使输出达到正确的电压值。

2.增益误差调整：

将满量程输入电平（可以是直流信号或经过校准的 1kHz 交流信号）连接到 VIN。

调整 R1 使得管脚 6 输出电压与输入信号匹配。例如，1V 直流输入应产生 1V 直流输出。±1V 峰对峰正弦波应产生 0.707V 直流输出。

任何残余的误差主要由芯片的非线性引起。外部修调的主要优势在于能够优化 CYDM536A 的性能，使其适应较小的信号范围。

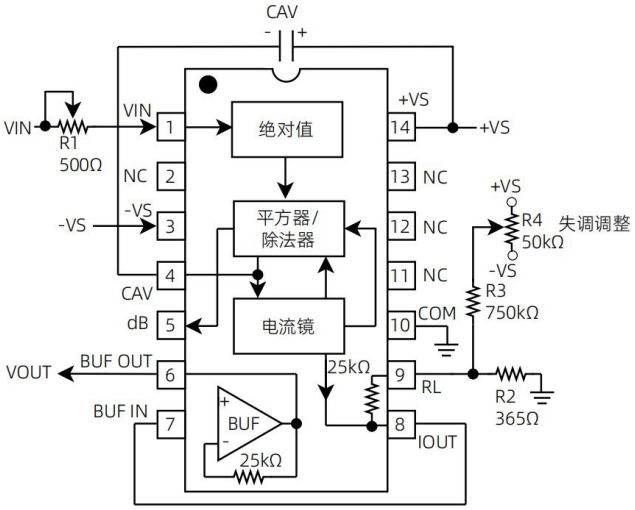


图 10 可选外部增益和输出失调修调

10.2. 单电源运行

图 11 展示了 CYDM536A 在 5V~36V 单电源供电下的典型配置。在单电源供电模式下，输入级（VIN 管脚）会在接地与电源电压之间的某个点被内部偏置，且输入信号需通过交流耦合接入。为了得到合适的偏置，只需将 COM 管脚连接到一个外部电阻分压器，并通过电阻将其旁路接地。因为 COM 管脚的静态电流仅为 5uA，所以可以选择较大的电阻值，从而使功耗最小化。

需要注意的是，连接到 COM 管脚的 10kΩ和 20kΩ电阻（图 11），使得 COM 管脚上的电压为电源电压的 1/3。这个比例的输入偏置是精密整流器（即绝对值电路）的最佳配置，能够有效整流交流输入波形，并确保在低信号电压下输入的完全对称性。

电容 C2 用于实现交流输入耦合，且无需外部直流返回路径，因为偏置已在内部完成。选择 C2 时，可以基于输入电阻 16.7kΩ和公式 1/ωRC 计算所需的低频截止频率。例如，当 C2=1μF 时，截止频率为 10Hz。

图 8 和图 9 分别展示了双电源和单电源配置下的输入和输出信号范围。当输入信号断开时，负载电阻 RL 提供了一个吸收输出电流的路径，确保输出端的稳定性。

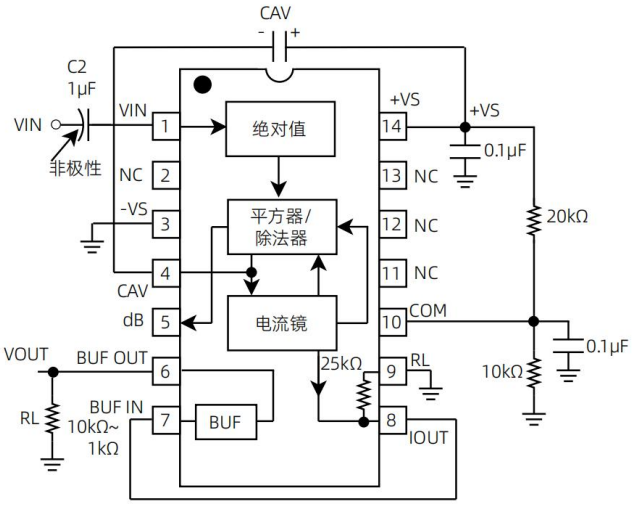


图 11 单电源连接

10.3. 平均时间常数选择

CYDM536A 能够精确计算交流和直流信号的均方根值。对于缓慢变化的直流信号，CYDM536A 的输出会精确跟踪输入信号；而对于高频信号，其平均输出会趋近于输入信号的均方根值。然而，CYDM536A 的实际输出与理想输出之间存在一定的直流（或平均）误差以及纹波，如图 12 所示。

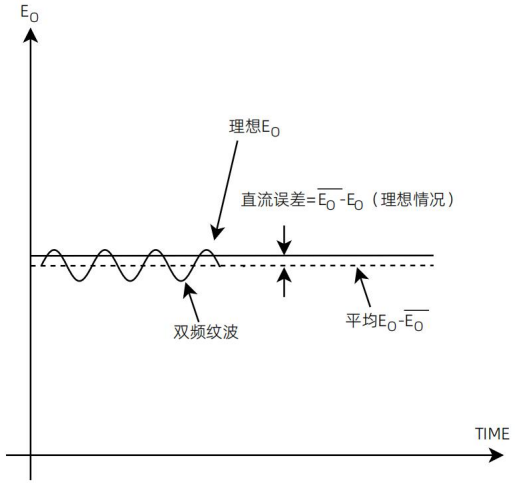


图 12 正弦输入下的典型输出波形

10.3.1. 直流误差与纹波

直流误差取决于输入信号的频率和外接电容 CAV 的值。

输出信号的交流分量表现为纹波。有两种方法可以减少纹波：

1. 增大 CAV 值：纹波与 CAV 成反比，将电容值增加十倍可使纹波减少十倍。
2. 增加时间常数：对于高波峰因子的波形（如低占空比脉冲序列），平均时间常数应至少为信号周期的 10 倍。例如，100Hz 的脉冲速率需要 100ms 的时间常数，对应于 CAV=4μF（时间常数为每μF 25ms）。

10.3.2. 建立时间

使用较大的 CAV 来消除纹波的主要缺点是，输入电平发生阶跃变化时，建立时间会相应增加。CAV 与达到 1%精度的建立时间之间的关系为每μF CAV 对应 115ms。对于信号下降的情况，建立时间是信号上升时的两倍。此外，在低信号电平下，建立时间也会增加。如图 13 所示。

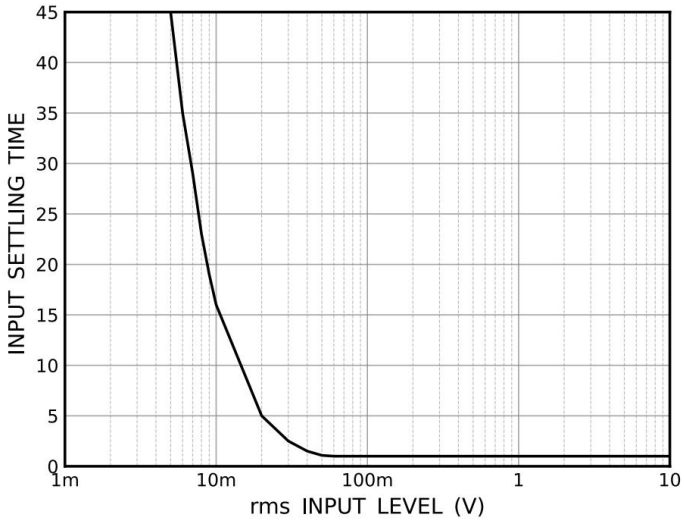


图 13 建立时间 vs 输入电平

10.3.3. 后置滤波器

一种更有效的减少输出纹波的方法是使用后置滤波器。图 14 展示了一个推荐的电路。

•单极滤波器（移除 C3，短路 RX）：

当 C2 的值约为 CAV 的两倍时，纹波会显著减少，但建立时间会增加。例如，当 CAV=1μF 且 C2=2.2μF 时，60Hz 输入信号的纹波从读数的 10%降低到约 0.3%，但建立时间大约增加了 3 倍。因此，CAV 和 C2 的值可以适当减小，以实现更快的建立时间，同时仍然提供显著的纹波抑制。

•双极滤波器

使用有源滤波器级提供更大的纹波抑制，而不会显著增加建立时间。此时，CAV、C2 和 C3 的值可以减小，从而在保持恒定纹波的情况下实现极快的建立时间。

在选择 CAV 值时应谨慎，因为其决定了直流误差，且该直流误差无法通过后续滤波器进行优化。

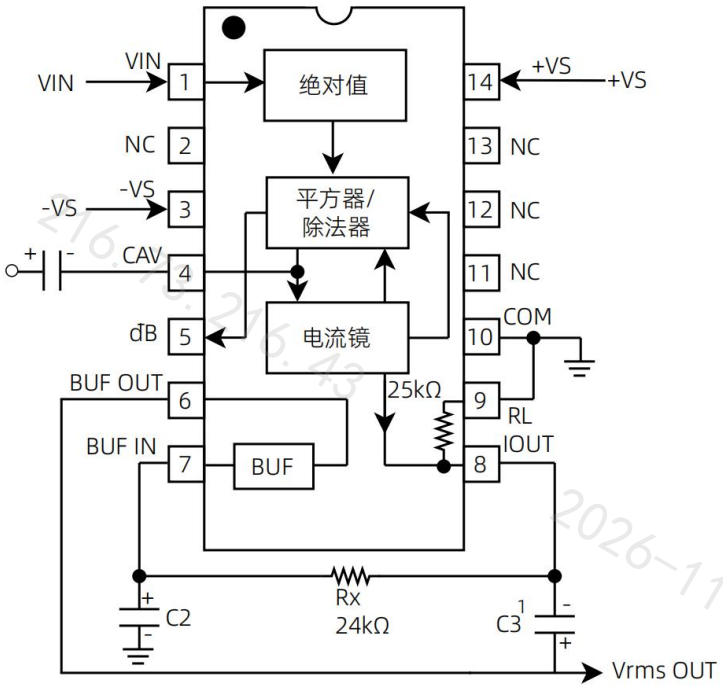


图 14 双极点后置滤波器

注 1. 对于单极点配置，短路 Rx，移除 C3。

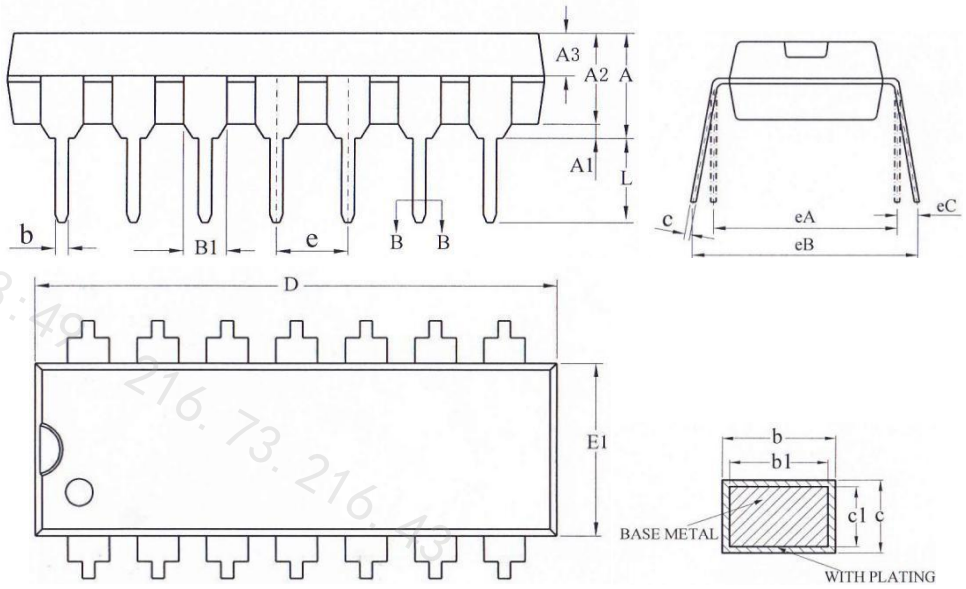
11. 封装及订购信息

11.1. 封装形式

CYDM536A 采用 PDIP 和 SOP14 封装。

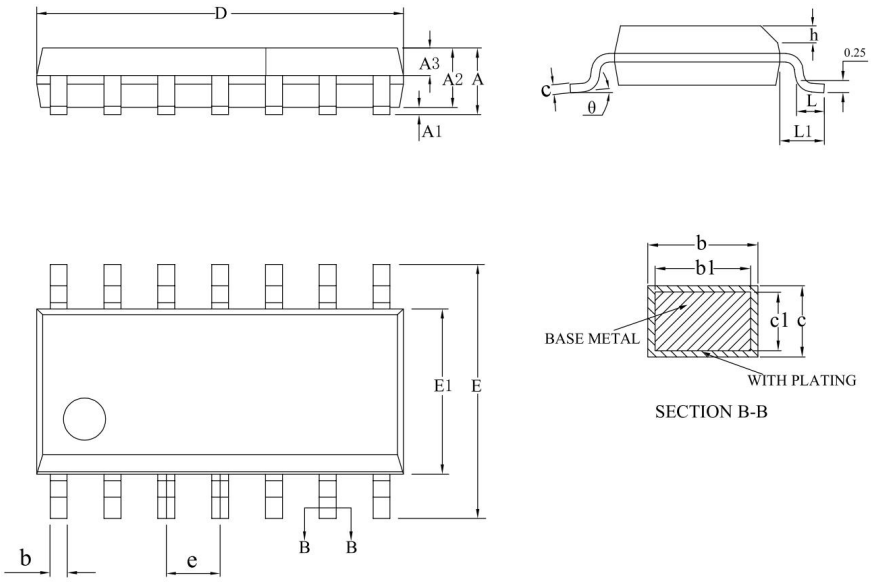
11.2. 产品外形图

PDIP14



标识	尺寸(毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	3.60	3.80	4.00
A1	0.51	—	—
A2	3.20	3.30	3.40
A3	1.47	1.52	1.57
b	0.44	—	0.52
b1	0.43	0.46	0.49
B1		1.52REF	
c	0.25	—	0.29
c1	0.24	0.25	0.26
D	19.00	19.10	19.20
E1	6.25	6.35	6.45
e		2.54BSC	
eA		7.62REF	
eB	7.62	—	9.30
eC	0	—	0.84
L	3.00	—	—

SOP14



标识	尺寸(毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.75
A1	0.10	0.16	0.23
A2	1.30	1.40	1.50
b	0.39	0.43	0.47
c	0.20	0.22	0.24
D	8.55	8.65	8.75
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27 (BSC)		
L	0.50	0.65	0.80
θ	0°	4°	8°

12. 说明

如欲了解更多的产品及及公司信息，请联系公司办公室人员或登录公司网站：

联系电话：021-33885531

网址：https://mall.ichelps.com/

13. 本文档中的信息如有变更，恕不另行通知

请使用微信扫码进入
芯片助手ICHELPS小程序

查资料 查替代 查库存 查价格

招募中国区各省代理，联系电话：021-33885531